

Estudo de resistência à tração de três sistemas adesivos associados a resina composta em superfícies dentinárias

Study of the tensile bond strength of three different adhesive systems associated to composites on dentinal surfaces

Adriana Bona MATOS*

Cintia Helena Cury SARACENI**

Maria Margarete JACOBS**

Margareth ODA*

MATOS, A. B.; SARACENI, C. H. C.; JACOBS, M. M.; ODA, M. Estudo de resistência à tração de três sistemas adesivos associados a resina composta em superfícies dentinárias. **Pesqui Odontol Bras**, v. 15, n. 2, p. 161-165, abr./jun. 2001.

Este trabalho teve como objetivo comparar a resistência à tração de três sistemas adesivos associados a resina composta aderidos à superfície dentinária. Quarenta e cinco superfícies de dentina foram obtidas a partir de molares humanos extraídos, sobre elas foi preparado “smear layer” e foram divididas em 3 grupos: G1) adesivo autocondicionante + resina micro-híbrida; G2) adesivo de componente único + ácido e resina micro-híbrida e G3) adesivo convencional (ácido + “primer” + bond) + resina micro-híbrida, aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes. Os corpos-de-prova foram preparados para teste de tração, imersos em água destilada por 24 horas a 37°C. Findo este tempo, o teste de tração foi realizado em máquina de ensaio Instron com velocidade constante de 0,5 mm/min. Os resultados foram expressos em MPa e submetidos a análise de variância ($p < 0,05$). Os autores concluíram que: o tipo de sistema adesivo influenciou na resistência à tração das resinas compostas testadas; o sistema adesivo de componente único apresentou os melhores resultados de resistência adesiva.

UNITERMOS: Adesivos dentinários; Resistência a tração; Resinas compostas.

INTRODUÇÃO

A necessidade de se conseguir materiais restauradores que se mantenham unidos à estrutura dental vem desde BUONOCORE⁷, em 1955, e a partir de então, têm aumentado sobremaneira o número de lançamentos de resinas compostas com sistemas adesivos, com as mais variadas opções de componentes.

Em 1986, RETIEF *et al.*²² avaliaram, em um teste de tração, a resistência de união de sistemas adesivos à estrutura dentinária. Os autores concluíram que a força de adesão à dentina pode ser imprevisível quando avaliada clinicamente e que estaria sujeita à microinfiltração devido a alguns fatores, dentre eles: contração de polimerização do material, estresse ocorrido pela diferença de coeficientes de expansão e condutibilidade térmica do dente, dos materiais adesivos e restauradores, além da força de oclusão funcional.

O fenômeno interfacial deve ser conhecido para que se possa entender o mecanismo de ação dos adesivos dentinários. Este é o pensamento de BAIER¹, em 1992, que acredita que uma simples camada de contaminação pode converter uma superfície de alta energia em uma de baixa energia, e que para os adesivos modernos é a capacidade de eliminar ou reagir com a água existente na dentina que aumenta a capacidade de molhamento e, conseqüentemente, a adesão.

A camada de esfregaço é conceituada como uma lama dentinária proveniente do preparo cavitário que, segundo GWINNETT⁹ (1984) e PASHLEY¹⁷ (1984), pode ser considerada como um verniz natural que permite o vedamento dos túbulos dentinários bloqueando a passagem de substâncias para o interior do complexo dentina-polpa. No entanto, os componentes dessa camada podem interferir na longevidade da restauração, pois contêm fluidos salivares, sanguíneos, óleo lubrificante

*Professoras Doutoras; **Pós-graduandas – Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia da USP.

de turbinas, além de uma variada espécie de microorganismos^{6,8,23}.

Considerando a microestrutura da dentina, MARSHALL JUNIOR¹², em 1993, salientou que a variação morfológica e estrutural da dentina, em relação à sua localização, pode afetar o procedimento adesivo, o que talvez explique a variabilidade dos testes de resistência adesiva, além da presença da camada de esfregaço.

A profundidade da dentina é outro fator a considerar quando se trata de força de adesão. Apesar das diferenças químicas existentes entre os materiais utilizados atualmente, em pesquisa realizada por McCABE; RUSBY¹³, em 1992, dentre as forças de adesão avaliadas, as menores ocorreram em dentina mais profunda.

PASHLEY *et al.*²⁰, em 1996, afirmaram que é indiscutível que os valores de adesão são maiores em dentina superficial do que em profunda, mas questionaram a permeabilidade da dentina, que não é uniforme, e a velocidade de saída de fluido que varia de uma região para outra. A umidade superficial tornou-se um aspecto contornado, com o advento dos adesivos hidrofílicos. Os autores mostraram ainda maiores forças de adesão à dentina na presença de umidade.

No que tange à força de adesão e longevidade da restauração adesiva, BOWEN *et al.*⁴ (1984) e NAKABAYASHI; SAIMI¹⁶ (1986) afirmaram que as camadas formadas sobre a dentina durante o preparo de cavidade devem ser removidas ou no mínimo modificadas, para que se obtenha alta força de adesão.

O tratamento da superfície dentinária com ácido vem sendo pesquisado, com o intuito de avaliar se aumenta à resistência à tração dos sistemas adesivos. Esse assunto foi inicialmente visto por RETIEF²¹ (1973), BRÄNNSTRÖM⁵ (1984) e PASHLEY¹⁸ (1992).

Quanto à aplicação do ácido fosfórico sobre a dentina, sabemos que esse procedimento remove totalmente a camada de esfregaço, dissolvendo a porção inorgânica, restando portanto muito colágeno. Estudos foram realizados com diferentes concentrações de ácido fosfórico, entre elas, 50%¹⁰ e 37%³. Esses autores observaram que as superfícies condicionadas apresentaram maior resistência à tração do que aquelas não condicionadas. MERYON *et al.*¹⁴ (1987) compararam alguns ácidos tais como, EDTA a 10%, ácido cítrico a 50%, ácido poliacrílico a 25%, ácido lático a 50% e ácido fosfó-

rico a 37% e concluíram que todos apresentaram uma uniformidade de efeito, aumentando a capacidade de remoção do “smear layer” e promovendo desobstrução dos túbulos dentinários.

No ano de 1989, TAO; PASHLEY²⁴ avaliaram a relação entre a permeabilidade dentinária e a força de adesão de um sistema adesivo, com e sem a presença da camada de esfregaço e com aplicação de solução ácida também. Nos testes de resistência à tração e avaliação da permeabilidade dentinária, os autores concluíram haver relação inversa entre a força de adesão e a permeabilidade dentinária, no que diz respeito à remoção ou não da camada de esfregaço.

A adesão entre resina e dente seria constituída pela união micromecânica entre monômeros hidrofóbicos, hidrofílicos e fibras colágenas, formando a denominada “camada híbrida”, que conceitualmente é uma interação entre resina e dentina¹⁵.

A remoção total da camada de esfregaço com desmineralização da superfície dentinária e alargamento dos túbulos cria uma situação crítica para as restaurações adesivas¹¹. O autor ressalta, ainda, que o aparecimento de monômeros ácidos, que atualmente compõem os sistemas autocondicionantes, eliminam a necessidade do ataque ácido dos sistemas que empregam condicionamento total, para as restaurações adesivas. Concluiu, portanto, que o tratamento da camada de esfregaço das paredes cavitárias é relevante nos procedimentos restauradores.

A importância da penetração da resina nos túbulos dentinários e na dentina intertubular e sua relação com o procedimento adesivo vem chamando a atenção para aumentar valores de adesividade. Nesse sentido, PASHLEY; CARVALHO¹⁹, em 1997, publicaram uma revisão sobre a estrutura dentinária, confirmando a necessidade dessa penetração do adesivo, a fim de que haja melhor qualidade de adesão e, conseqüentemente, melhor selamento. Para tanto, há a possibilidade de se manter a camada de esfregaço, incorporando-a na camada híbrida, através dos novos sistemas em que os “primers” se apresentam como soluções acidificadas que conseguem penetrar através do esfregaço e atingir a estrutura dentinária adjacente, propiciando a adesão. Na observação dos autores, a força coesiva da dentina é citada como variando entre 54 e 138 MPa. Sendo assim, qualquer fratura coesiva da dentina observada com baixos

valores de forças de tração possivelmente pode ser explicada pela má distribuição de forças geradas pelos testes aplicados.

Revisando a literatura sobre o tema de adesividade, vê-se que há muito, ainda, a ser explorado sobre esse assunto. Por isso, este trabalho experimental tem o propósito de avaliar a resistência à tração de três tipos diferentes de sistemas adesivos associados a resina composta aderidos a superfícies dentinárias.

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados 45 molares humanos extraídos, livres de cáries, trincas ou fraturas que foram submetidos à uma profilaxia com a finalidade de remover quaisquer indutos, sendo armazenados em água destilada até o início dos trabalhos.

Os dentes foram embutidos em cilindros de resina acrílica e desgastados na superfície oclusal até a exposição da dentina. A camada de esfregaço foi preparada com o auxílio de uma lixa de granulação 600, por 1 minuto²⁴.

Os corpos-de-prova foram divididos em três grupos de acordo com o tipo de sistema adesivo e resina composta utilizados.

- Grupo 1: sistema adesivo autocondicionante (Etch & Prime 3.0 - Degussa) + resina composta micro-híbrida (Degufill Mineral - Degussa).
- Grupo 2: sistema adesivo de componente único (Single Bond - 3M) + resina composta micro-híbrida (Z100 - 3M).
- Grupo 3: sistema adesivo convencional (Degufill Contact Plus Bond - Degussa) + resina composta micro-híbrida (Degufill Mineral - Degussa).

O Grupo 1, por se tratar de um sistema adesivo de última geração, foi tratado de forma diferente dos demais. As recomendações do fabricante foram: misturar uma gota de cada componente do sistema, aplicar uma camada, aguardar 30 segundos, fotopolimerizar por 10 segundos, aplicar nova camada e repetir a fotopolimerização por mais 10 segundos.

Os dentes pertencentes aos Grupos 2 e 3 receberam condicionamento total com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos, seguidos de lavagem pelo mesmo tempo, leve secagem deixando a superfície úmida.

O Grupo 2 foi tratado com sistema adesivo Single Bond, onde foram aplicadas 2 camadas com

uma leve secagem de 5 segundos entre elas, e em seguida, fotopolimerização por 10 segundos.

Nos dentes pertencentes ao Grupo 3, com superfície dentinária já condicionada com ácido, foi aplicada uma camada do "primer", seguido de um leve jato de ar, aplicada uma camada de adesivo e fotopolimerização por 20 segundos.

Os dentes incluídos foram montados em dispositivo apropriado para montagem de corpos-de-prova com o auxílio de uma matriz bipartida de politetrafluoretileno em forma de um cone truncado invertido com 3 mm de diâmetro na interface adesiva, como descrito por BARAKAT; POWERS² (1986). Os materiais fotopolimerizáveis foram inseridos em 3 incrementos, sendo polimerizados por um aparelho XL1500 (3M) com intensidade de luz de 460 mW/cm², aferido por um radiômetro (Demetron Research Corp., Danbury, CT).

As amostras foram imersas em água destilada a 37°C por 24 horas. Sendo então tracionadas em máquina de ensaio universal Instrôn, (modelo 4442, Instrôn Corp., Canton, MA) a uma velocidade constante de 0,5 mm/min, como descrito por BARAKAT; POWERS² (1986). A força de tração foi obtida em MPa.

Médias e desvio-padrão foram calculados a partir das 10 repetições de cada grupo. Análise de variância (GMC 7.2) foi usada para comparar os 3 sistemas adesivos e suas interações. A comparação entre as médias foi feita através do teste de Tukey a 5% de nível de significância. Quando a diferença entre as médias era maior que o valor crítico de contraste de Tukey, elas foram consideradas estatisticamente significantes.

RESULTADOS

Os resultados de resistência à tração estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Os resultados da análise de variância mostraram que o fator adesivo ($p < 0,05$) foi estatisticamente significativo ao nível de 5%. Ou seja, o siste-

TABELA 1 - Análise de variância da influência do sistema adesivo na resistência à tração em dentina humana.

Fonte de variação	Soma dos quadrados	G.L.	Quadrados médios	RQM
Adesivos	391,6430	2	195,8215	3,35*
Resíduo	2.455,9038	42	58,4739	
Total	2.847,5469	44		

*Significante ao nível de 5%.

TABELA 2 - Médias (MPa) para os diferentes sistemas adesivos.

Sistema adesivo	Médias	Desvio-padrão	Tukey (5%)
Etch & Prime	14,62667	8,06	6,78
Single Bond	19,90667	7,54	
Degussa	12,99400	7,31	

ma adesivo utilizado influenciou na resistência à tração da resina composta aderida à dentina.

Observando-se a Tabela 2, vê-se o valor de Tukey calculado que esclarece quais as comparações são estatisticamente significantes. Portanto, ao se comparar Grupo 1 *versus* Grupo 2 e Grupo 1 *versus* Grupo 3, não se encontra diferença estatisticamente significativa. Porém, ao se comparar Grupo 2 *versus* Grupo 3 encontramos diferença na resistência à tração, ou seja, o adesivo de componente único apresentou valores de resistência à tração superiores aos encontrados para o adesivo convencional.

DISCUSSÃO

Um correto procedimento operatório seguindo devidamente os passos clínicos propostos pelo fabricante é mandatório, quando se utilizam sistemas adesivos, devendo-se respeitar suas corretas indicações.

São muitos os fatores que podem interferir na adesividade, causando por exemplo, microinfiltração. Esta pode estar relacionada com contração de polimerização do material, diferença de coeficiente de condutibilidade térmica, força de oclusão funcional²². Devido à imprevisibilidade de comportamento clínico dos materiais restauradores, estudos laboratoriais são um auxílio à prática clínica.

A manutenção ou não da camada de esfregaço é um assunto muito discutido na literatura^{4,5,23}.

O condicionamento ácido total, tem a intenção de melhorar a união das resinas à estrutura dental^{4,16}. O tratamento de superfície utilizando-se ácido na dentina, comprovadamente remove a camada de esfregaço e tem melhorado a resistência a tração de restaurações adesivas^{3,10}. Esse aumento da resistência adesiva foi por nós confirmado, quando observamos que entre os sistemas adesivos testados houve diferença estatisticamente significativa. O sistema de componente único (Gru-

po 2), que utilizou condicionamento ácido, apresentou, estatisticamente, maior resistência à tração do que o sistema convencional. Este resultado não parece estar relacionado com os procedimentos de remoção da camada de esfregaço, e sim, com a adesividade propriamente dita dos sistemas adesivos em questão, com o G2 com resultados maiores do que o G1. PASHLEY *et al.*¹⁸ (1992) e NAKA-BAYASHI; SAIMI¹⁶ (1986) acreditam que existe a possibilidade de uma não total difusão dos monômeros em toda profundidade da dentina desmineralizada, o que causaria uma zona enfraquecida, onde haveria a falha adesiva.

Atualmente, discussões sobre remoção total da camada de esfregaço¹¹ têm sido ampliadas devido ao aparecimento dos sistemas autocondicionantes, que eliminam a necessidade do ataque ácido prévio às restaurações adesivas. As observações de PASHLEY; CARVALHO¹⁹, em 1997, defendem a possibilidade de se manter a camada de esfregaço, incorporando-a na camada híbrida, através dos novos sistemas, onde os "primers" são as soluções acidificadas que penetram através do esfregaço atingindo a dentina adjacente, propiciando a adesão.

Os monômeros com características ácidas promovem leve desmineralização tecidual criando canais que, após receberem o monômero, formam uma camada de interação entre resina e dentina¹⁶.

De acordo com nossos resultados, o sistema adesivo do tipo autocondicionante (Grupo 1) mostrou valores de resistência à tração estatisticamente não diferentes dos demais sistemas adesivos utilizados.

Entendemos ser importante uma constante atualização de conhecimentos baseados em pesquisas para encontrar o material adesivo que ofereça o melhor de suas propriedades, resultando em benefício biológico e restaurador.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste estudo, conclui-se que:

1. o tipo de sistema adesivo influencia na resistência à tração das resinas compostas testadas;
2. apenas a comparação entre o sistema de componente único e o convencional foi estatisticamente significativa, com o primeiro apresentando maiores valores de resistência à tração.

MATOS, A. B.; SARACENI, C. H. C.; JACOBS, M. M.; ODA, M. Study of the tensile bond strength of three different adhesive systems associated to composites on dentinal surfaces. **Pesqui Odontol Bras**, v. 15, n. 2, p. 161-165, abr./jun. 2001.

The aim of this *in vitro* study was to compare the tensile bond strength of 3 different bonding systems, associated to composite resins, bonded to dentinal surfaces. Forty-four dentinal surfaces were obtained from recently extracted human molars. A standardized smear layer was obtained and the surfaces were divided in 3 groups: G1) self etch + microhybrid composite; G2) single-component adhesive + phosphoric acid + microhybrid composite and G3) conventional system (acid + primer + bond) + microhybrid composite. Specimens made of composite resin were constructed in the shape of an inverted truncated cone with 3 mm of diameter. Tensile bond strength test was performed at the speed of 0.5 mm/min, and the results were expressed in MPa. The analysis of variance ANOVA ($p < 0.05$) determined that the type of bonding system used influenced tensile bond strength. Tukey's test, however, showed that the results of the comparison between G2 and G3 were the only statistically significant ones, with G2 showing greater values of tensile bond strength.

UNITERMS: Dentin-bonding agents; Tensile strength; Composite resins.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAIER, R. E. Principles of adhesion. **Oper Dent**, p. 1-9, 1992. [Suplemento]
2. BARAKAT, M. M.; POWERS, J. M. *In vitro* bond strength of cements to treated teeth. **Aust Dent J**, v. 31, p. 415-419, July 1986.
3. BERRY III, E. A.; WARD, M. Bond strength of resin composite to air-abraded enamel. **Quintessence Int**, v. 26, n. 8, p. 559-562, Aug. 1995.
4. BOWEN, R. L.; EICK, J. D.; HENDERSON, D. A. Smear layer: removal and bonding considerations. **Oper Dent**, p. 30-34, 1984. [Suplemento]
5. BRÄNNSTRÖM, M. Smear layer: pathological and treatment considerations. **Oper Dent**, v. 10, p. 35-42, Mar. 1984. [Suplemento 3]
6. BRÄNNSTRÖM, M.; NYBORG, H. Cavity treatment with a microbiodical fluoride solution: growth of bacterial and effect on the pulp. **J Prosthet Dent**, v. 30, n. 3, p. 303-310, Sept. 1973.
7. BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic materials to enamel surfaces. **J Dent Res**, v. 34, n. 6, p. 849-853, Dec. 1955.
8. COTTON, R. W. Introduction. **Oper Dent**, p. 1-2, 1984. [Suplemento 3]
9. GWINNETT, A. J. Smear layer: morphological considerations. **Oper Dent**, v. 10, p. 3-12, Mar. 1984. [Suplemento]
10. HOPPENBROWERS, P. M. N.; DRIESSENS, F. C. M.; STADHOUDERS, A. M. Morphology, composition and wetting of dentinal cavity walls. **J Dent Res**, v. 53, n. 5, p. 1255-1263, Sept./Oct. 1974.
11. LUZ, M. A. A. C. **Avaliação do efeito de diferentes tratamentos de paredes cavitárias sobre a camada de esfareço, através da microscopia eletrônica de varredura. Estudo in vitro em dentes humanos.** São Paulo, 1997. 133 p. Tese (Doutorado em Dentística) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
12. MARSHALL JUNIOR, G. W. Dentin: microstructure and characterization. **Quintessence Int**, v. 24, n. 9, p. 606-617, Sept. 1993.
13. McCABE, J. F.; RUSBY, S. Dentine-bonding agents - characteristic bond strength as a function of dentine depth. **J Dent**, v. 20, n. 4, p. 225-230, Aug. 1992.
14. MERYON, S. D.; TOBIAS, R. S.; JAKEMAN, K. J. Smear removal agents: a quantitative study *in vivo* and *in vitro*. **J Prosthet Dent**, v. 57, n. 3, p. 174-179, Feb. 1987.
15. NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrate. **J Biomed Mater Res**, v. 16, p. 265-272, 1982.
16. NAKABAYASHI, N.; SAIMI, Y. Bonding to intact dentin. **J Dent Res**, v. 75, n. 9, p. 1706-1715, Sept. 1986.
17. PASHLEY, D. H. Smear layer: physiological considerations. **Oper Dent**, v. 10, p. 13-29, Mar. 1984. [Suplemento 3]
18. PASHLEY, D. H. The effects of acid etching on the pulp dentin complex. **Oper Dent**, v. 17, n. 6, p. 229-242, Nov./Dec. 1992.
19. PASHLEY, D. H.; CARVALHO, R. M. Dentine permeability and dentine adhesion. **J Dent**, v. 25, n. 5, p. 335-372, Sept. 1997.
20. PASHLEY, D. H.; SANO, H.; YOSHIMA, M. *et al.* Dentin, a dynamic bonding substrate: the effect of dentin variables on resin adhesion. **Quintessence Int**, v. 12, n. 4, p. 24-43, Mar. 1996.
21. RETIEF, D. H. Effect of conditioning the enamel surface with phosphoric acid. **J Dent Res**, v. 52, n. 2, p. 333-341, Mar./Apr. 1973.
22. RETIEF, D. H.; GROSS, J. D.; DENYS, F. R. Tensile bond strengths of dentin-bonding agents to dentin. **Dent Mater**, v. 2, n. 2, p. 72-77, Apr. 1986.
23. SCHERMAN, L. Le pont sur la "smear layer" en 1990. **Rev Odonto Stomatol**, v. 20, n. 2, p. 109-119, Mar./Apr. 1991.
24. TAO, L.; PASHLEY, D. H. The relationship between dentin bond strengths and dentin permeability. **Dent Mater**, v. 5, n. 2, p. 133-139, Mar. 1989.

Recebido para publicação em 12/04/00
Enviado para reformulação em 09/02/01
Aceito para publicação em 19/02/01